

## 明 細 書

レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル、及びハイブリッド太陽光発電システム

## 技術分野

- 5      この発明は、太陽光から電気エネルギーを生成してマイクロ波送信された電力を受信するとともに、開口面においても太陽光エネルギーを取得するレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル、及びハイブリッド太陽光発電システムに関するものである。

## 10    背景技術

- 太陽光を利用した発電システムとしては、数個の太陽電池素子から構成される電卓用太陽電池パネル、建造物に設置する太陽電池パネル、太陽光発電所に設置される耐性に優れた太陽電池パネルなど、様々な規模のものがある。これらの地上での太陽光発電は原理的には大気による減衰と、昼夜での陰陽のために必ずしも効率が良いものではない。また宇宙空間における太陽光発電では、人工衛星に取り付けられる太陽電池パネルが良く知られており、その人工衛星が観測や通信などに必要な電力を自家生成してミッションを達成する。
- 15

- 一方、宇宙空間において太陽光を受けて発電し、これを特定の場所、例えば地球上や宇宙空間内の特定個所に無線伝送する発電システムについては、昨今の宇宙開発の成果による通信技術の進展や大規模宇宙構造物の構築技術などに支持されて、研究開発が盛んに行われるに至っている。日本国における特開 2003-309938 号公報には、このような技術が開示されており、宇宙空間に配置された発電衛星からのマイク
- 20

ロ波電力を地上の電力基地や電力消費地域に照射し、受信アンテナによって受信して電力を得る技術が開示されている。

- しかし、地上における太陽光発電においては、大規模な地上太陽光発電所を建造したとしても、太陽光が入射しない夜間は発電が不可能であることや、曇天や雨天など天候によっても発電効率が低下するという問題点があった。また、人工衛星に太陽電池パネルを搭載して電力を自家生成する場合にも、人工衛星が周回する天体（例えば地球など）の食に入ったときは、太陽電池パネルによる発電ができないという問題点もあった。また、宇宙空間において太陽光を受けて発電し、これを地球上に無線伝送する発電システムにおいては、地上で有意な電力を得ようすれば、広大な面積の土地に受信アンテナアレイを設置する必要があり、そのような受信アレイアンテナ等の製造コストが発電する電力量に対して高いという問題点があった。

## 15 発明の開示

- この発明は、上記のような問題点を解消するためになされたものであり、夜間や曇天時、又は天体の食などによって太陽光が入射しない時間帯においても電力を供給することができ、また、無線伝送による発電システムにおける製造コスト高を解消するレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル、及びハイブリッド太陽光発電システムを得ることを目的とする。

- この目的を達成するために、この発明に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルは、太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子と、空間を伝播するマイクロ波を受信する複数のマイクロ波受信アンテナ素子と、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流する整流回路とを備え、上記太陽電池素子の出力と上記整流回路の出

力とにより電力を取得するものである。この構成によって、太陽電池素子により得られるDC電力と、整流回路により整流して得られるDC電力との双方を得ることができ、パネルでの発電能力の向上を図ることができる。また、この構成によって、夜間や曇天時等においてパネルでの

5 太陽光発電効率が低下する時間帯においても、マイクロ波受信による電力生成によって、安定した電力を得ることができる。また、この発明に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルは、透明な母材をさらに備えて、上記複数の太陽電池素子を上記母材内に設け、上記複数のマイクロ波受信アンテナ素子を上記母材の表面に設け、上記整流回路を上記母材

10 の裏面に設けたものである。この構成によって、太陽電池素子を密に配置して大きな電力を得ることでき、また、母材の外部にマイクロ波受信アンテナ素子を配置するので、入射するマイクロ波の母材での減衰がなく受信効率を良くすることができる。また、この発明に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルは、透明な母材をさらに備え、上記複数の太陽電池素子及び上記複数のマイクロ波受信アンテナ素子を上記母材内に

15 設け、上記整流回路を上記母材の裏面に設けたものである。この構成によって、太陽電池素子やマイクロ波受信アンテナ素子を母材により外部環境から保護することができ、また、これらの素子の配置に対する自由度を高くすることができる。また、この発明に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルは、透明な母材と、この母材の一方の面に設けた基板とをさらに備え、上記複数の太陽電池素子を上記母材内に設け、上記複数のマイクロ波受信アンテナ素子と上記整流回路とを上記基板の表裏面に

20 設けたものである。この構成によって、マイクロ波受信アンテナ素子、基板、整流回路、出力線からなる構成についての製造性を向上することができる。また、この発明に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルは、さらに、上記複数の太陽電池素子を設ける透明な母材と、この母

25

材の一方の面に設けられ、上記複数のマイクロ波受信アンテナ素子と上記整流回路とを設けたフィルム状基板とを備えたものである。この構成によって、マイクロ波受信アンテナ素子、整流回路及びフィルム状基板からなる構成と、太陽電池素子及び母材からなる構成とを別々に製造することができるので、それぞれの構成において部品点数が少なく製造性を向上することができる。

また、この発明に係るハイブリッド太陽光発電システムは、人工衛星の管制を行うバス部と、人工衛星による観測又は通信を行うミッション部と、太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子、空間を伝播するマイクロ波を受信する複数のマイクロ波受信アンテナ素子、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流する整流回路を有するレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルとを備え、このレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルにおいて生成した電力を上記バス部及び上記ミッション部に供給するようにしたものである。この構成によって、人工衛星が地球等の天体による食の影響を受けることなく、常時、安定した電力を得ることができる。

また、この発明に係るハイブリッド太陽光発電システムは、太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子、空間を伝播するマイクロ波を受信する複数のマイクロ波受信アンテナ素子、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流する整流回路を有するレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルを複数配置したハイブリッドパネル群と、このハイブリッドパネル群から出力される電力を合成する電力管制設備と、この電力管制設備において合成され出力される電力を電力網へ供給する送電線とを備えたものである。この構成によって、太陽光発電だけでなく、マイクロ波により送信された電力を安定して取得できるため、これらの合成によって、安定した発電量を確保することができる。

また、この発明に係るハイブリッド太陽光発電システムは、建造物に設けられ、太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子、空間を伝播するマイクロ波を受信する複数のマイクロ波受信アンテナ素子、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流する整流回路を有するレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルと、このレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルからの電力供給が上記建造物内の電力需要に満たないときには、既存の電力網から不足分の電力を上記建造物へ供給し、上記レクテナ太陽電池ハイブリッドパネルからの電力供給が上記建造物内の電力需要を上回るときには、上記レクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの余剰電力を上記既存の電力網へ供給する電力制御装置とを備えたものである。この構成によって、日中、夜間の時間差に関係なく、常時安定した電力を得ることができ、また、既存の電力網へ余剰電力を供給するので、既存の電力網に電力供給する発電所の負荷を軽減させることができる。

15

#### 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の実施の形態1に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの実施例の構成図である。

第2図は、この発明の実施の形態1に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの別の実施例の構成図である。

20

第3図は、この発明の実施の形態1に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの別の実施例の構成図である。

第4図は、この発明の実施の形態1に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの別の実施例の構成図である。

第5図は、この発明の実施の形態2に係る人工衛星に適用するハイブリッド太陽光発電システムの外観図である。

25

第 6 図は、この発明の実施の形態 2 に係るハイブリッド太陽光発電システムの機能ブロック図である。

第 7 図は、この発明の実施の形態 2 に係るハイブリッド太陽光発電システムにおいて人工衛星の軌道上位置に対する電力伝送方法について説明する模式図である。

第 8 図は、この発明の実施の形態 2 に係るハイブリッド太陽光発電システムにおいて、人工衛星と発電衛星とが同一の軌道上にある場合の両衛星の配置について説明する模式図である。

第 9 図は、発明の実施の形態 3 に係るハイブリッド太陽光発電システムの外観図である。

第 10 図は、この発明の実施の形態 3 に係るハイブリッド太陽光発電システムの構成ブロック図である。

第 11 図は、この発明の実施の形態 4 に係る住宅等の建造物用のハイブリッド太陽光発電システムの構成図である。

15

発明を実施するための最良の形態  
実施の形態 1.

本発明の実施の形態 1 に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルを第 1 図乃至第 4 図により説明する。第 1 図から第 4 図はレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの異なる構成による実施例を示す。第 1 図において、1 は太陽電池素子であり、レクテナ太陽電池ハイブリッドパネルに複数枚の素子が配置されている。2 は太陽電池素子を直列に接続するインターコネクタ、3 は発電した DC 電力を取り出す太陽電池出力端子である。4 は空間中を伝送されて来るマイクロ波を受信するマイクロ波受信アンテナ素子であり、5 はマイクロ波受信アンテナ素子 4 の出力線、6 は受信したマイクロ波を整流し DC 電力に変換する整流回路、7 は受

20

25

信したマイクロ波から得たDC電力を取り出すレクテナ出力端子である。第1図において上下対応して配置された一対のマイクロ波受信アンテナ素子4、出力線5、整流回路6をレクテナ素子と呼び、レクテナ太陽電池ハイブリッドパネルに、複数のレクテナ素子を設ける。複数のレクテナ素子を直列に接続することによって大電力を得ることができる。8は透明な樹脂等による母材であり、9は母材8の表側の面に設けた透明なガラス材等による表面基板、10は母材8の裏側の面に設けた樹脂等による裏面基板、11はレクテナ太陽電池アンテナパネルのフレームである。母材8の内部には太陽電池素子1、インターコネクタ2を設けている。レクテナ太陽電池アンテナパネルの大きさは、内包する太陽電池素子1等の大きさや数量によってその表面積は異なるが、厚みは通常数cm～十数cm程度のものである。また、太陽電池素子1やマイクロ波受信アンテナ素子4を薄膜化し、母材8、表面基板9、裏面基板10を一体化させてフィルム状のレクテナ太陽電池アンテナパネルとすることもでき、この場合には厚みは1cm以下とすることができる場合もある。太陽電池素子1に太陽光が入射する必要があるので、母材8と表面基板9の材質は透明であることが望ましく、一方、裏面基板10はこのような要請がないので、その材質を透明とする必要はない。マイクロ波受信アンテナ素子4は表面基板9上にアレイ状に設け、整流回路6はマイクロ波受信アンテナ素子4と上下に対になるよう裏面基板10上に設け、マイクロ波受信アンテナ素子4と整流回路6とを母材8を貫通する出力線5により接続する。各マイクロ波受信アンテナ素子4の配列は、マイクロ波の受信効率が向上するように最適化され、受信するマイクロ波の波長の0.7倍程度の間隔でアレイ状に配列する。更に整流回路部6の小型集積化を行えば、薄型のレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルを構成できる。

第 1 図に示す実施例について、その動作を説明する。太陽光は表面基板 9 と母材 8 とを透過し、太陽電池素子 1 に入射する。太陽電池素子 1 においては、光電変換現象により D C 電力が発電される。各太陽電池素子 1 はインターコネクタ 2 により直列に接続され、各太陽電池素子 1 で  
5 発電された D C 電力は、太陽電池出力端子 3 間に出力される。一方、マイクロ波受信アンテナ素子 4 は、空間中を伝送されてくるマイクロ波を受信する。受信したマイクロ波は、整流回路 6 により整流し D C 電力に変換する。各整流回路 6 は直列に接続され、レクテナ出力端子 7 から D C 電力を出力する。第 1 図に示す実施例によれば、太陽電池素子 1 を密  
10 に配置することができ太陽電池出力端子から大きな D C 電力を得ることができ、またマイクロ波受信アンテナ素子 4 は母材 8 の外部に設けているので、母材 8 内にこれを設けた場合に比べて、母材 8 での減衰がなく受信効率が良くなるという利点を有している。

次に第 2 図に基づいて、実施の形態 1 に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの別の実施例を説明する。第 2 図において、1 2 は母材 8  
15 の内部に設けたマイクロ波受信アンテナ素子である。太陽電池素子 1 とマイクロ波受信アンテナ素子 1 2 とは、母材 8 内のほぼ同じ面内又は異なる面内に配置される。第 2 図において、第 1 図と同じ符号を付した回路及び部品は、第 1 図におけるそれらの回路及び部品と同一又は相当する回路及び部品を示す。  
20

第 2 図に示す実施例について、その動作を説明する。太陽光は表面基板 9 と母材 8 とを透過し、太陽電池素子 1 に入射する。太陽電池素子 1 においては、光電変換現象により D C 電力が発電される。各太陽電池素子 1 はインターコネクタ 2 により直列に接続され、各太陽電池素子 1 で  
25 発電された D C 電力は、太陽電池出力端子 3 間に出力される。一方、マイクロ波受信アンテナ素子 1 2 は、空間中を伝送され、表面基板 9 及び



母材 8 を透過してくるマイクロ波を受信する。受信したマイクロ波は、整流回路 6 により整流し D C 電力に変換する。各整流回路 6 は直列に接続され、レクテナ出力端子 7 から D C 電力を出力する。第 2 図に示す実施例によれば、太陽電池素子 1 とマイクロ波受信アンテナ素子 1 2 とを

5 、母材 8 の内部に配置しているので、表面基板 9 及び母材 8 によって、これらの素子を外部環境から保護することができる。また、太陽電池素子 1 とマイクロ波受信アンテナ素子 1 2 とを同一面内に配置する場合、太陽電池素子 1 の配置間隔は第 1 図に示す実施例に比べて粗に配置されるが、マイクロ波受信アンテナ素子 1 2 による遮蔽がなく太陽電池素子

10 1 に太陽光が入射して発電効率が向上する利点があり、製造も比較的容易である。また、太陽電池素子 1 とマイクロ波受信アンテナ素子 1 2 とを異なる面内に配置する場合、母材 8 内で多層となり製造は難しくなるものの、太陽電池素子 1 やマイクロ波受信アンテナ素子 1 2 の配置に自由度があり、太陽電池素子 1 は、同一面内に設ける場合に比べて密に配

15 置して D C 電力生成を増加することができ、また、第 1 図に示す実施例に比べて、太陽電池素子 1 におけるマイクロ波受信アンテナ素子 1 2 による遮蔽を小さくできるので太陽電池素子 1 の発電効率を向上する利点がある。

次に第 3 図に基づいて、実施の形態 1 に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの別の実施例を説明する。第 3 図において、1 3 は裏面基板 1 0 上に設けたマイクロ波受信アンテナ素子である。マイクロ波受信アンテナ素子 1 3 は裏面基板 1 0 の一方の面に、整流回路 6 は裏面基板 1 0 の他方の面に設けており、出力線 5 は裏面基板 1 0 を貫通して、上下で対となるマイクロ波受信アンテナ素子 1 3 と整流回路 6 とを接続する。第 3 図において、第 1 図と同じ符号を付した回路及び部品は、第 1 図におけるそれらの回路及び部品と同一又は相当する回路及び部品を示

20

25

す。

第3図に示す実施例について、その動作を説明する。太陽光は表面基板9と母材8とを透過し、太陽電池素子1に入射する。太陽電池素子1においては、光電変換現象によりDC電力が発電される。各太陽電池素子1はインターコネクタ2により直列に接続され、各太陽電池素子1で発電されたDC電力は、太陽電池出力端子3間に出力される。一方、マイクロ波受信アンテナ素子13は、空間中を伝送され、表面基板9及び母材8を透過してくるマイクロ波を受信する。受信したマイクロ波は、整流回路6により整流しDC電力に変換する。各整流回路6は直列に接続され、レクテナ出力端子7からDC電力を出力する。第3図に示す実施例によれば、マイクロ波受信アンテナ素子13の上面に存在する表面基板9、母材8、太陽電池素子1によって、空間を伝送してきたマイクロ波が減衰するが、太陽電池素子1を密に配置することができ、太陽電池出力端子3からの出力DC電力を大きくすることができ、また、マイクロ波受信アンテナ素子13、裏面基板10、整流回路6、出力線5を

5 子1はインターコネクタ2により直列に接続され、各太陽電池素子1で  
10 発電されたDC電力は、太陽電池出力端子3間に出力される。一方、マ  
イクロ波受信アンテナ素子13は、空間中を伝送され、表面基板9及び  
母材8を透過してくるマイクロ波を受信する。受信したマイクロ波は、  
整流回路6により整流しDC電力に変換する。各整流回路6は直列に接  
続され、レクテナ出力端子7からDC電力を出力する。第3図に示す実  
施例によれば、マイクロ波受信アンテナ素子13の上面に存在する表面  
基板9、母材8、太陽電池素子1によって、空間を伝送してきたマイク  
ロ波が減衰するが、太陽電池素子1を密に配置することができ、太陽電  
池出力端子3からの出力DC電力を大きくすることができ、また、マイ  
15 クロ波受信アンテナ素子13、裏面基板10、整流回路6、出力線5を  
一体として形成すること（例えば、裏面基板10へのエッチング処理や  
プリントによって、一体に形成すること）や、マイクロ波受信アンテナ  
素子13、裏面基板10、整流回路6、出力線5を1つの組立単位とし  
て製造することができるので、製造性が向上するという利点がある。

次に第4図に基づいて、実施の形態1に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの別の実施例を説明する。第4図において、14は光透過型フィルム状基板であり、15は光透過型フィルム状基板14上に設けたマイクロ波受信アンテナ素子、16は光透過型フィルム状基板14上に設けた整流回路である。この構成の一例として、マイクロ波受信アンテナ素子15、整流回路16は光透過型フィルム状基板にプリント等により形成することによって構成することができる。光透過型フィルム状

20  
25

基板 1 4 は、表面基板 9 上に貼り付ける。第 4 図において、第 1 図と同じ符号を付した回路及び部品は、第 1 図におけるそれらの回路及び部品と同一又は相当する回路及び部品を示す。

第 4 図に示す実施例について、その動作を説明する。太陽光は表面基  
5 板 9 と母材 8 とを透過し、太陽電池素子 1 に入射する。太陽電池素子 1  
においては、光電変換現象により DC 電力が発電される。各太陽電池素  
子 1 はインターコネクタ 2 により直列に接続され、各太陽電池素子 1 で  
発電された DC 電力は、太陽電池出力端子 3 間に出力される。一方、マ  
イクロ波受信アンテナ素子 1 5 は、空間中を伝送されてくるマイクロ波  
10 を受信する。受信したマイクロ波は、整流回路 1 6 により整流し DC 電  
力に変換する。各整流回路 1 6 は直列に接続され、レクテナ出力端子 7  
から DC 電力を出力する。第 4 図に示す実施例によれば、マイクロ波受  
信アンテナ素子 1 5、整流回路 1 6、光透過型フィルム状基板 1 4 から  
なる構成と、太陽電池素子 1、インターコネクタ 2、太陽電池出力端子  
15 3、母材 8、表面基板 9、裏面基板 1 0 からなる構成とを別々に製造す  
ることができるので、それぞれの構成において部品点数が少なく製造性  
を向上することができる。また、マイクロ波受信アンテナ素子 1 5、整  
流回路 1 6 は光透過型フィルム状基板 1 4 にプリント等により形成する  
ことができ、さらにプリントの仕方によっては結線作業を省くこともで  
20 きるので、製造性の向上及び低コスト化を図ることができる。また、光  
透過型フィルム状基板 1 4、マイクロ波受信アンテナ素子 1 5、整流回  
路 1 6 以外の第 4 図に示す構成、即ち、太陽電池素子 1、インターコネ  
クタ 2、太陽電池出力端子 3、母材 8、表面基板 9、裏面基板 1 0 から  
なる構成は、通常用いられる太陽電池パネルの構成となっている。した  
25 がって、既存の太陽電池パネルに、上記の光透過型フィルム状基板 1 4  
、マイクロ波受信アンテナ素子 1 5、整流回路 1 6 からなる構成を貼り

付けて、簡易にレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルを製造することが可能であるという利点もある。

第 1 図乃至第 4 図に示す実施の形態 1 に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルは、太陽電池出力端子 3 とレクテナ出力端子 7 とを別々に記述しているが、太陽電池及びレクテナによる出力を合成した上で、1 式 5 の出力端子から電力を得る構成としてもよい。

第 1 図乃至第 4 図に示す本発明の実施の形態 1 に係るレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルによると、太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子により得られる DC 電力と、発電衛星やその他マイクロ波送電設備から送信されて空間を伝播するマイクロ波を複数のマイクロ波受信アンテナ素子により受信し、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流回路により整流して得られる DC 電力との双方を得ることができ、パネルでの発電能力の向上を図ることができる。また、この構成によって、夜間や曇天時等においてパネルでの太陽光発電効率が低下する時間帯においても、マイクロ波受信による電力生成によって、安定した電力を得ることができる。

実施の形態 2.

この発明の実施の形態 2 に係る人工衛星に適用するハイブリッド太陽光発電システムを第 5 図乃至第 8 図に基づいて説明する。第 5 図はこの発明の実施の形態 2 に係る人工衛星に適用するハイブリッド太陽光発電システムの外観図であり、第 6 図はこの発明の実施の形態 2 に係るハイブリッド太陽光発電システムの機能ブロック図であり、第 7 図はこの発明の実施の形態 2 に係るハイブリッド太陽光発電システムにおいて人工衛星の軌道上位置に対する電力伝送方法について説明する模式図であり、第 8 図はこの発明の実施の形態 2 に係るハイブリッド太陽光発電システムにおいて、人工衛星と発電衛星とが同一の軌道上にある場合の両衛

星の配置について説明する模式図である。

第6図において、17は光源となる太陽、18は太陽17からの太陽光、19は太陽光発電等により得たDC電力をマイクロ波に変換してマイクロ波送信する発電衛星、20は発電衛星19から送信されたマイクロ波、21は人工衛星である。人工衛星21内において、22はレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルである。23は人工衛星21のバス部、24は人工衛星21のミッション部であり、バス部23は人工衛星の姿勢制御など人工衛星の管制を行い、ミッション部24は観測又は通信等の人工衛星のミッションを行う。人工衛星21内に設けたレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル22は、実施の形態1において説明した第1図乃至第4図に対応する実施例により構成されている。ここで、ハイブリッド太陽電池システムという場合、そのシステムは、人工衛星21内に設けられた電力システムについての部分的システムと定義しても、発電衛星19と人工衛星21とを含む全体的システムと定義しても良いものとする。

人工衛星21が太陽光18の照射を受ける空域に存在する場合、通常の人工衛星と同様、太陽光18がレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル22に照射され光電効果によりDC電力を発電し、このDC電力をバス部23及びミッション部24の駆動電力とする。人工衛星21が地球等の天体の食に入り、太陽光18による発電をすることができない場合、発電衛星19から送信されるマイクロ波20を、レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル22により受信し、受信したマイクロ波をDC電力に変換して得たDC電力を衛星のバス部23及びミッション部24の駆動電力とすることができる。したがって、この発明の実施の形態2に係る人工衛星用のハイブリッド太陽光発電システムにおいては、人工衛星21は地球等の天体による食等の影響を受けることなく、常時安定した電力

を得ることが可能である。また、レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 22 内の太陽電池素子が経年変化等により使用不可能となった場合においても、発電衛星 19 が存在すれば、人工衛星 21 は電力を得ることが可能であり、人工衛星 21 の寿命を延ばすことも可能である。

- 5      次に発明の実施の形態 2 に係る人工衛星用ハイブリッド電源システムの機能を第 6 図により説明する。第 6 図において、25 は太陽光 18 を受け、DC 電力を発電する太陽電池素子、26 は発電衛星 19 から送信されたマイクロ波 20 を受信するマイクロ波受信アンテナアレイであり、  
10    第 1 図乃至第 4 図において示したマイクロ波受信アンテナ素子をアレイ状に配列したものである。27 はマイクロ波受信アンテナアレイ 26 により受信したマイクロ波を DC 電力に変換、整流する整流回路、28 はレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 22 からの出力電力を充電する充電電池である。レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 22 内において、太陽電池素子 25、マイクロ波受信アンテナアレイ 26、及び整流回路 2  
15    7 は、実施の形態 1 において説明した第 1 図乃至第 4 図に示す実施例と同様に構成され機能する。なお、第 6 図において、第 5 図と同一の符号を付した回路及び部品は、第 5 図のそれらと同一又は相当する回路及び部品を示す。

- 第 6 図に示すように、レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 22 から  
20    の出力は、太陽電池素子 25 により得た DC 電力と、発電衛星 19 から送信されたマイクロ波 20 をマイクロ波受信アンテナアレイ 26 により受信し、整流回路 27 により DC 電力に変換して得た DC 電力の 2 種類が存在する。2 種類の出力はそれぞれ並列に充電電池 28 に供給され、それぞれの出力を個別に、もしくは同時に充電することが可能である。

- 25    更に、第 5 図、第 6 図に示したような発明の実施の形態 2 に係る人工衛星用のハイブリッド太陽光発電システムにおいて、発電衛星 19 にレ

クテナ太陽電池ハイブリッドパネルを搭載し、人工衛星 21 に太陽光発電等により得た DC 電力をマイクロ波に変換してマイクロ波を送信する機能を搭載すれば、相互に電力を補完できる衛星システムを構築することができる。

- 5      次に、この発明の実施の形態 2 に係る人工衛星用のハイブリッド太陽光発電システムにおいて人工衛星の軌道上位置に対する電力伝送方法を第 7 図により説明する。第 7 図は地球等の天体及び地球等の天体の周りを公転する人工衛星の軌道を北極方向から俯瞰した図であり、人工衛星 21 は第 7 図において地球等の天体の周りを反時計回りに公転している。
- 10    第 7 図において、29 は地球等の天体であり、30 は人工衛星 21 の公転軌道である。第 7 図において、第 5 図と同一の符号を付した回路及び部品は、第 5 図におけるそれらの回路及び部品と同一又は相当する回路及び部品を示す。

- 人工衛星 21 は公転軌道 30 上を A、B、C の順に位置を変化させる。
- 15    その際、太陽 17 と天体 29 の位置関係から、位置 B において人工衛星 21 は食に入ることになる。位置 A、位置 C においては人工衛星 21 は太陽 17 からの太陽光を受けて、太陽電池により電力を自家生成できる。しかし、位置 B においては人工衛星 21 は太陽光発電により電力を生成できない。そこで太陽光発電が可能な位置にある発電衛星 19 において
- 20    発電した電力をマイクロ波に変換して、発電衛星 19 に備えたマイクロ波送信アンテナから、人工衛星 21 に向けてマイクロ波送信する。人工衛星 21 は、レクテナ太陽電池ハイブリッドパネルを有しており、発電衛星 19 から送信されたマイクロ波を、マイクロ波受信アンテナアレイにより受信し、DC 電力に変換・整流して電力とする。また人工衛星 2
- 25    1 が食に入っている位置 B に存在するときだけでなく、太陽光発電が可能な位置 A、C にいるときにも、発電衛星 19 は、太陽光発電により得

た電力をマイクロ波に変換して送信し、送信されてきたマイクロ波を人工衛星 2 1 において受信して D C 電力に変換して電力を得ることができるようにすれば、この電力と太陽光発電により得られる電力との双方により、人工衛星 2 1 は電力を得ることができる。

- 5 第 7 図において、発電衛星 1 9 は人工衛星 2 1 と異なる軌道をとっていてもよいし、同一の軌道をとっていてもよい。発電衛星 1 9 と人工衛星 2 1 が異なる軌道をとる場合、発電衛星 1 9 は、発電し、D C 電力をマイクロ波変換し、マイクロ波を様々な人工衛星へ送信することをミッションとする発電ステーションとして運用することができる。発電衛星
- 10 1 9 と人工衛星 2 1 の軌道が同一の場合、一般的に発電衛星 1 9 は人工衛星 2 1 が食に入る時間帯における専用の発電ユニットとして運用できる。この場合、発電衛星 1 9 と人工衛星 2 1 は集団飛行による単一のミッションを遂行する衛星群システムと考えることができる。第 8 図はこの発明の実施の形態 2 に係るハイブリッド太陽光発電システムにおいて
- 15 人工衛星と発電衛星とが同一の軌道上にある場合の両衛星の配置について説明する模式図であり、この図によって、人工衛星 2 1 と発電衛星 1 9 の軌道上での距離が最小となる位置関係を説明する。

- 第 8 図において、人工衛星 2 1 の存在する軌道上位置を M とし、発電衛星 1 9 の存在する軌道上位置を E とすれば、人工衛星 2 1 と発電衛星
- 20 1 9 が同時に食に入らないような角度 M O E の最小値は以下のようになる。

$$\text{角度 M O E (最小値、deg)} = 2 \times \sin^{-1} (r / R)$$

- ここで、 $r$  は天体 2 9 の半径、 $R$  は天体 2 9 の中心から軌道までの距離を表わす。したがって、人工衛星 2 1 と発電衛星 1 9 を上記の角度以上の
- 25 の間隔で軌道上に配置することによって、人工衛星 2 1 が食に入っていないときには、太陽光発電により電力を取得することができ、人工衛星



21が食に入っているときには、発電衛星19から送信されるマイクロ波により電力を取得することができる。なお、発電衛星19は、角度M O Eの最小値以上の角度が維持されていれば、軌道上において人工衛星21の進行方向の前方に配置しても、後方に配置してもよい。

#### 5 実施の形態3.

この発明の実施の形態3に係るハイブリッド太陽光発電システムを第9図及び図10により説明する。第9図は発明の実施の形態3に係るハイブリッド太陽光発電システムの外観図、第10図はこの発明の実施の形態3に係るハイブリッド太陽光発電システムの構成ブロック図である。

- 10 第9図において、31はレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルであり、このレクテナ太陽電池パネル31は、実施の形態1において説明した第1図乃至第4図による実施例によるものである。32はレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル31を複数枚配置したハイブリッドパネル群である。33はハイブリッドパネル群32の管制、ハイブリッドパネル群3
- 15 2から出力されるDC電力の合成、及び、得られた電力の安定化を行う電力管制設備、34は電力管制設備33において合成し出力する電力を既存の電力網へ供給する送電線である。電力管制設備33は、ハイブリッドパネル群32の管制を行う管制設備と、電力合成と安定化を行う電力合成設備というように機能毎に設備を分割してもよい。実施の形態3
- 20 に係るハイブリッド太陽光発電システムは、主にハイブリッドパネル群3.2、電力管制設備33、及び付帯する送電線34から構成される。このハイブリッド太陽光発電システムには、さらに発電衛星19へパイロット信号を送信する送信アンテナを備える構成としてもよい。この場合、発電衛星19は発電基地からのパイロット信号を受信し、そのパイロ
- 25 ト信号の到来方向へマイクロ波送信するようにして発電衛星19からのマイクロ波送信をハイブリッドパネル群32指向させる。第9図におい

て、太陽 17 からの太陽光は、ハイブリッドパネル群 32 へ照射しており、また、発電衛星 19 は宇宙空間において発電した電力をマイクロ波に変換し、マイクロ波送電アンテナからハイブリッドパネル群 32 へマイクロ波を送信している。なお、実施の形態 3 におけるハイブリッド太陽光発電システムは、発電衛星 19 を含まない構成について定義しても良いし、また発電衛星 19 を含む構成について定義してもよいものとする。

太陽光発電によって有意な量の電力を得るためには、広大な面積が必要であると言われている。例えば、300 kW の発電能力を有するに必要な太陽電池パネルの敷設面積はおよそ 9000 m<sup>2</sup> と試算され、たとえば、そのように広大な面積を占有したとしても、太陽光発電は原理的に太陽光の入射する日中にしか行うことができない。更に曇天時には発電効率が低下し、広大な占有面積にも関わらず、安定した電力量を取得することは困難である。しかし、この発明の実施の形態 3 に係るハイブリッド太陽光発電システムを適用した電力基地においては、発電衛星等から送信されるマイクロ波を受信するのに必要な受信アンテナの敷設面積は、およそ直径数 km と太陽光発電よりも大規模な面積が必要とされるが、この実施の形態 3 に係る発明によれば、太陽光発電だけでなく、マイクロ波により送信された電力を安定して取得できるため、これらの合成によって、安定した発電量を確保することができる。

次に、この発明の実施の形態 3 に係る電力基地の構成ブロックを第 10 図によって説明する。第 10 図において、35 は複数個のレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 31 の出力 DC 電力を合成し、安定化させる電力合成部である。レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 31 は、実施の形態 1 において説明した第 1 図乃至第 4 図に示す実施例によるものであり、これらの実施例と同様に、太陽電池 25、マイクロ波受信アンテナ

ナアレイ 26、整流回路 27 を有する。なお、マイクロ波受信アンテナアレイ 26 は、マイクロ波受信アンテナ素子をアレイ状に配置したものである。

レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 31 に配置した複数の太陽電池素子 25 において、入射した太陽光から光電変換により DC 電力を得る。また、発電衛星 19 等から送信されたマイクロ波をマイクロ波受信アンテナアレイ 26 により受信し、整流して DC 電力に変換して DC 電力を得る。複数のレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 31 により得られた DC 電力は電力合成部 35 において合成され、更に安定化されて送電ケーブル 34 によって既存の電力網へ供給する。なお、電力合成部 35 は DC 電力出力の安定化のために充電電池を内蔵していてもよい。

以上の構成から、この発明の実施の形態 3 に係るハイブリッド太陽光発電システムは、従来の太陽光発電システムが太陽光の入射する晴天もしくは曇天時の日中しか電力を得ることができなかったのに対して、夜、曇天時等の太陽光の入射しない時間帯及び天候であっても発電衛星等から送信されるマイクロ波によって電力を得ることができ、従って電力源として安定した発電システムを構築することができる。

実施の形態 4.

この発明の実施の形態 4 に係る住宅等の建造物用のハイブリッド太陽光発電システムを第 11 図により説明する。第 11 図において、36 は住宅等の建造物であり、37 は建造物 36 に据え付けられるレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルである。このレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 37 は、実施の形態 1 において説明した第 1 図乃至第 4 図に示す実施例と同様の構成を有する。38 は送電線により住宅等に電力を供給する既存の電力網であり、39 は建造物 36 側と既存の電力網 38 側との間で電力の双方向の供給を行う電力ケーブルである。40 はレクテナ

太陽電池ハイブリッドパネル 37 により得た電力と既存の電力網 38 から得られる電力とを建造物 36 に供給し、さらにレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 37 により得た電力を既存の電力網 38 へ供給する制御を行う電力制御装置である。41 は建造物 36 内に配線された建造物内電力網であり、42 は建造物 36 内で使用される電気機器である。

レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 37 は、太陽光から光電変換により DC 電力を取得し、発電衛星等から送信されたマイクロ波を受信し DC 電力を取得する。レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 37 により取得した各 DC 電力は、電力制御装置 30 によって合成、安定化されて、建造物内電力網 41 に供給される。電気機器 42 は、建造物内電力網 41 に接続され、建造物内電力網 41 から駆動電力を得る。複数の電気機器 42 や大電力を要する電気機器 42 が建造物内電力網 41 に接続される等して、レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 37 で得られる電力量を超える電力需要が生じた場合、即ちレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 37 で得られる電力量が建造物内電力網 41 の電力需要に満たない場合は、電力制御装置 40 により、既存の電力網 38 から電力ケーブル 39 を通じて不足分の電力を建造物内電力網 41 に供給する。逆にレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 37 により得られ供給される電力に対して、建造物内電力網 41 において消費する電力が低い場合、即ち、レクテナ太陽電池ハイブリッドパネル 37 で得られる電力量が建造物内電力網 41 の電力需要を上回る場合は、電力制御装置 40 は、余剰分の電力を既存の電力網 38 へ電力ケーブル 39 を通じて供給する。その際、電力会社等の電力供給団体に対し、既存電力網 38 へ供給した電力量を電話回線等によって通知する機能を、電力制御装置 40 に付加することにより、建造物用のハイブリッド太陽光発電システムで発電した電力の余剰分を販売することができる。また、この発明の実施の形態 4 に係る

建造物用のハイブリッド太陽光発電システムは、従来の住宅等の建造物用太陽光発電システムと異なり、日中、夜間の時間差に関係なく、常時安定した電力が得られる。また、この発明の実施の形態 4 に係る建造物用のハイブリッド太陽光発電システムは、既存の電力網へ余剰電力を供給するので、既存の電力網に電力供給する発電所の負荷を軽減させることができる。

## 請 求 の 範 囲

1. 太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子と、空間を伝播するマイクロ波を受信する複数のマイクロ波受信アンテナ素子と、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流する整流回路とを備え、上記太陽電池素子の出力と上記整流回路の出力とにより電力を取得することを特徴とするレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル。
- 5 2. 請求の範囲第1項に記載のレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルにおいて、さらに透明な母材を備え、上記複数の太陽電池素子を上記母材内に設け、上記複数のマイクロ波受信アンテナ素子を上記母材の表面に設け、上記整流回路を上記母材の裏面に設けたことを特徴とするレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル。
- 10 3. 請求の範囲第1項に記載のレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルにおいて、さらに透明な母材を備え、上記複数の太陽電池素子及び上記複数のマイクロ波受信アンテナ素子を上記母材内に設け、上記整流回路を上記母材の裏面に設けたことを特徴とするレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル。
- 15 4. 請求の範囲第1項に記載のレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルにおいて、さらに透明な母材と、この母材の一方の面に設けた基板とを備え、上記複数の太陽電池素子を上記母材内に設け、上記複数のマイクロ波受信アンテナ素子と上記整流回路とを上記基板の表裏面に設けたことを特徴とするレクテナ太陽電池ハイブリッドパネル。
- 20 5. 請求の範囲第1項に記載のレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルにおいて、さらに、上記複数の太陽電池素子を設ける透明な母材と、この母材の一方の面に設けられ、上記複数のマイクロ波受信アンテナ素子と上記整流回路とを設けたフィルム状基板とを備えたことを特徴とするレ
- 25

クテナ太陽電池ハイブリッドパネル。

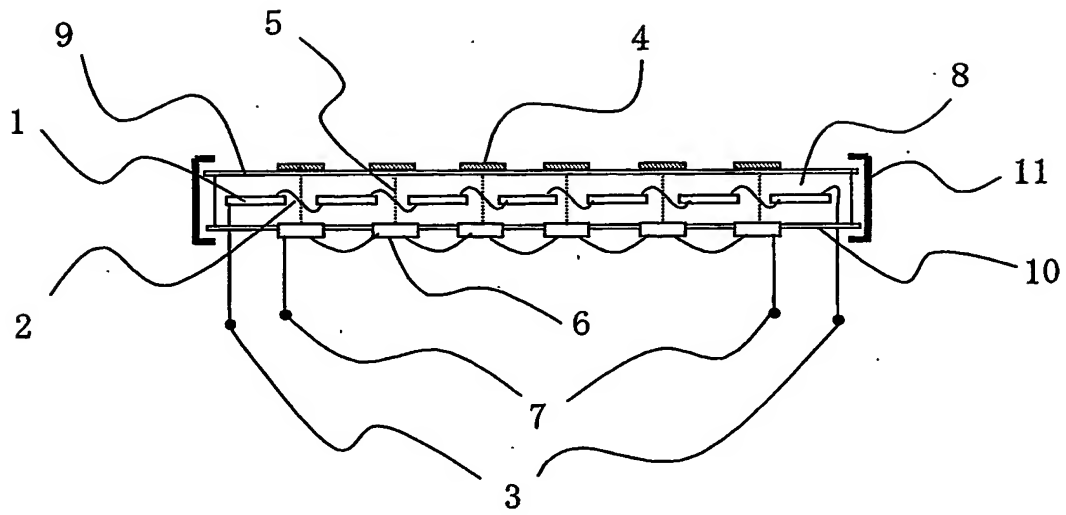
6. 人工衛星の管制を行うバス部と、人工衛星による観測又は通信を行うミッション部と、太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子、空間を伝播するマイクロ波を受信する複数のマイクロ波受信アンテナ素子、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流する整流回路を有するレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルとを備え、このレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルにおいて生成した電力を上記バス部及び上記ミッション部に供給するようにしたことを特徴とするハイブリッド太陽光発電システム。
7. 太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子、空間を伝播するマイクロ波を受信する複数のマイクロ波受信アンテナ素子、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流する整流回路を有するレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルを複数配置したハイブリッドパネル群と、このハイブリッドパネル群から出力される電力を合成する電力管制設備と、この電力管制設備において合成され出力される電力を電力網へ供給する送電線とを備えたことを特徴とするハイブリッド太陽光発電システム。
8. 建造物に設けられ、太陽光を受けて光電変換する複数の太陽電池素子、空間を伝播するマイクロ波を受信する複数のマイクロ波受信アンテナ素子、このマイクロ波受信アンテナ素子により受信したマイクロ波を整流する整流回路を有するレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルと、このレクテナ太陽電池ハイブリッドパネルからの電力供給が上記建造物内の電力需要に満たないときには、既存の電力網から不足分の電力を上記建造物へ供給し、上記レクテナ太陽電池ハイブリッドパネルからの電力供給が上記建造物内の電力需要を上回るときには、上記レクテナ太陽電池ハイブリッドパネルの余剰電力を上記既存の電力網へ供給する電力制

御装置とを備えたことを特徴とするハイブリッド太陽光発電システム。

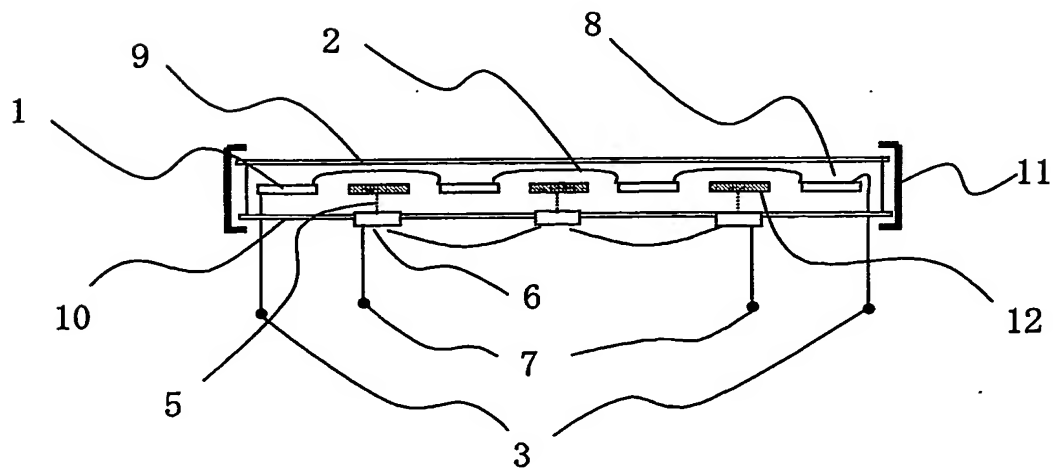


1 / 7

第1図

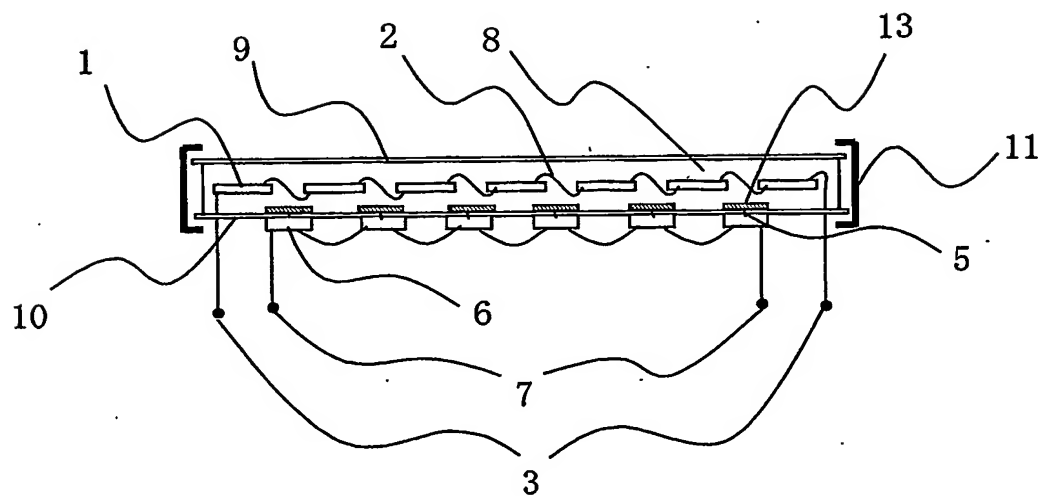


第2図

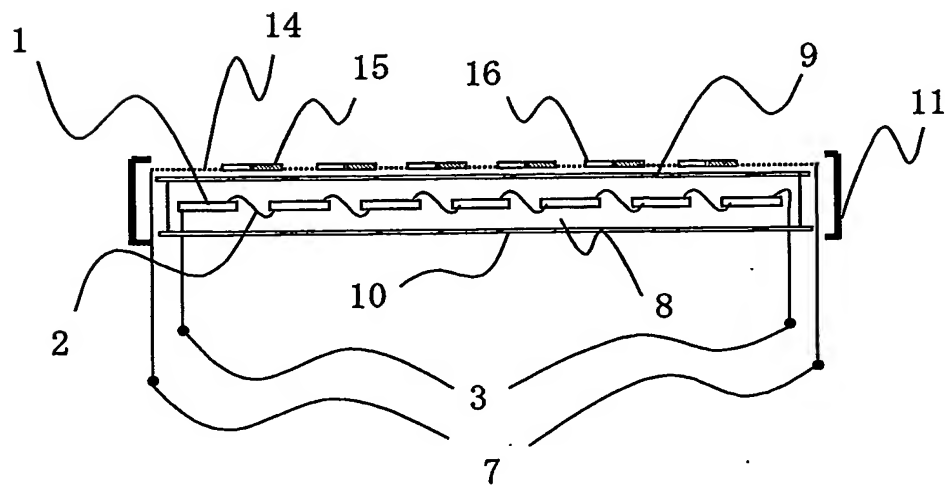


2 / 7

第3図

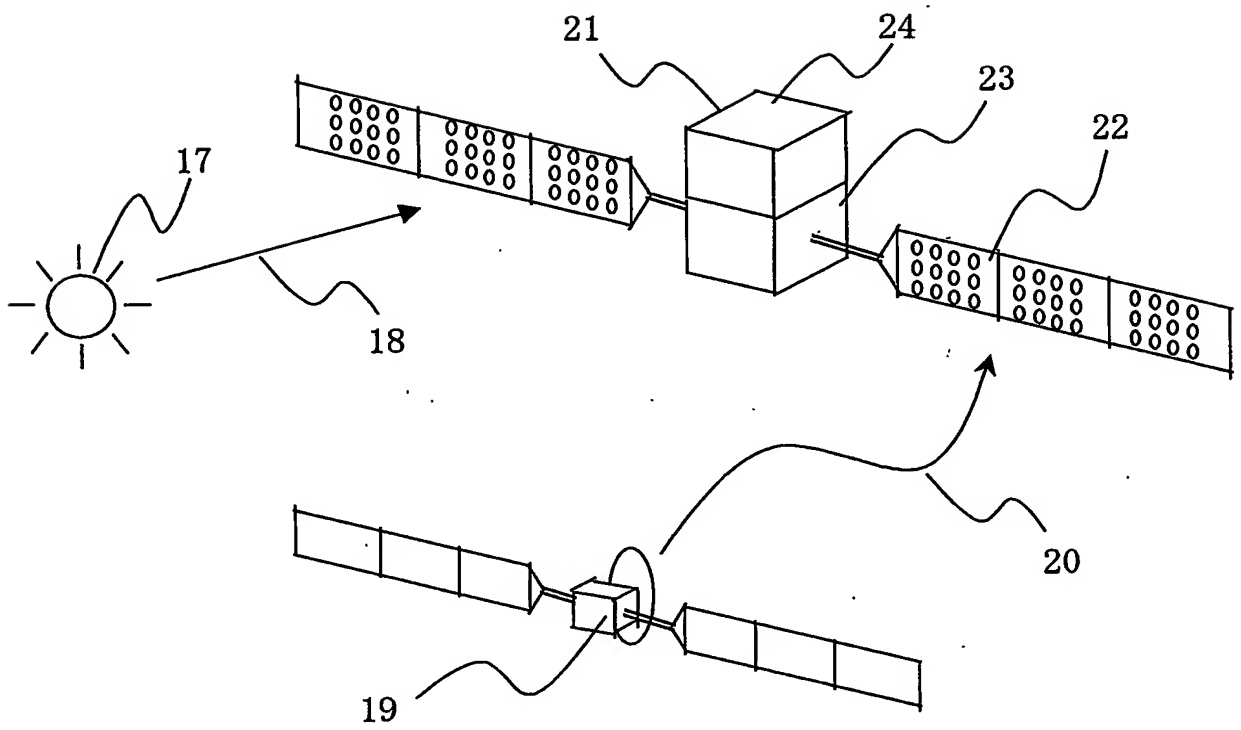


第4図



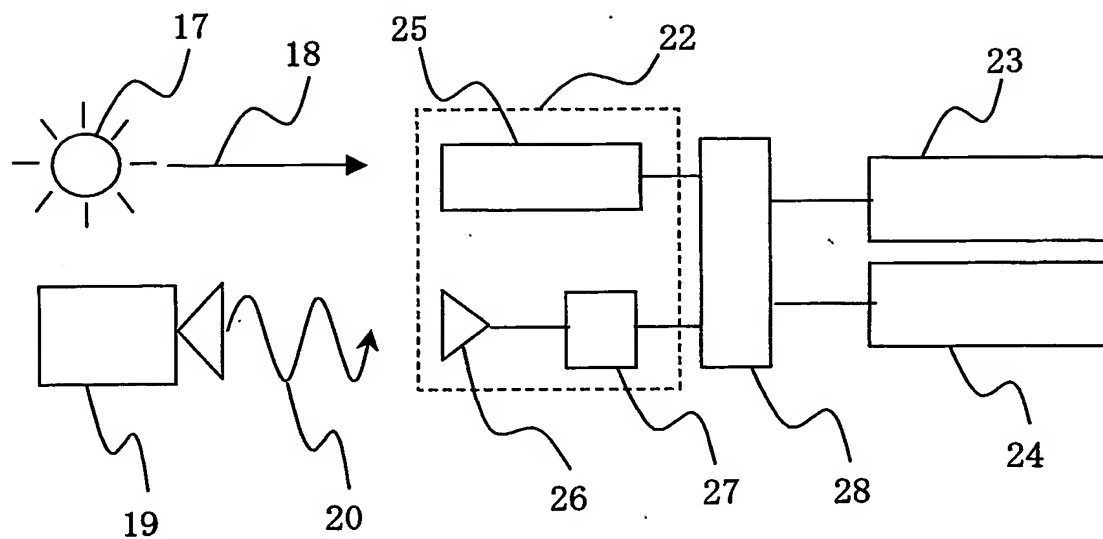
3 / 7

第 5 図

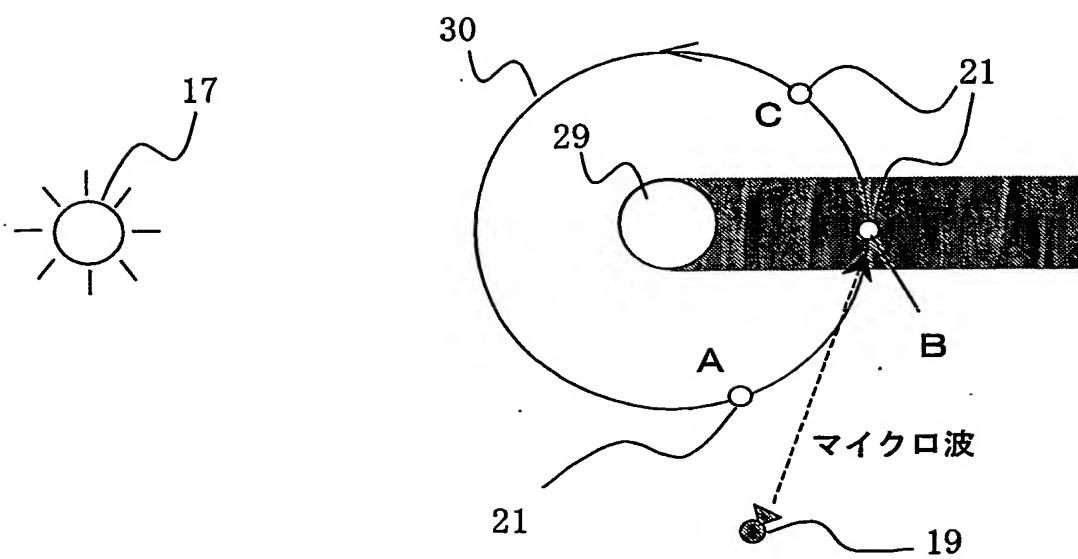


4 / 7

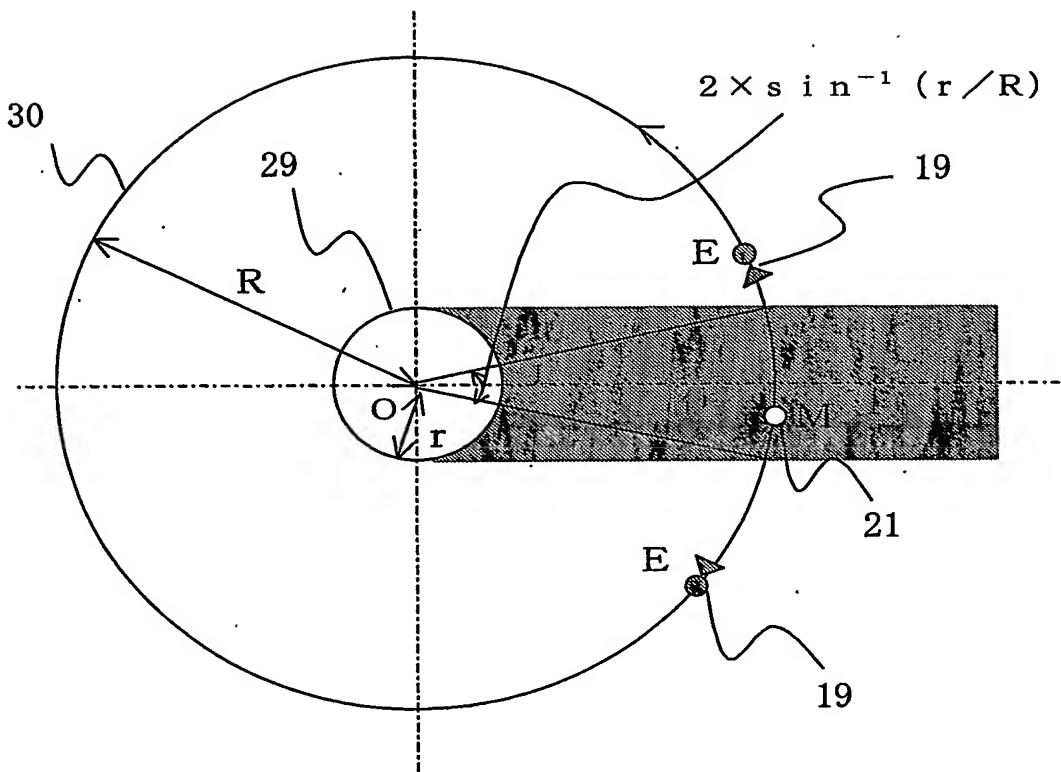
第6図



第7図

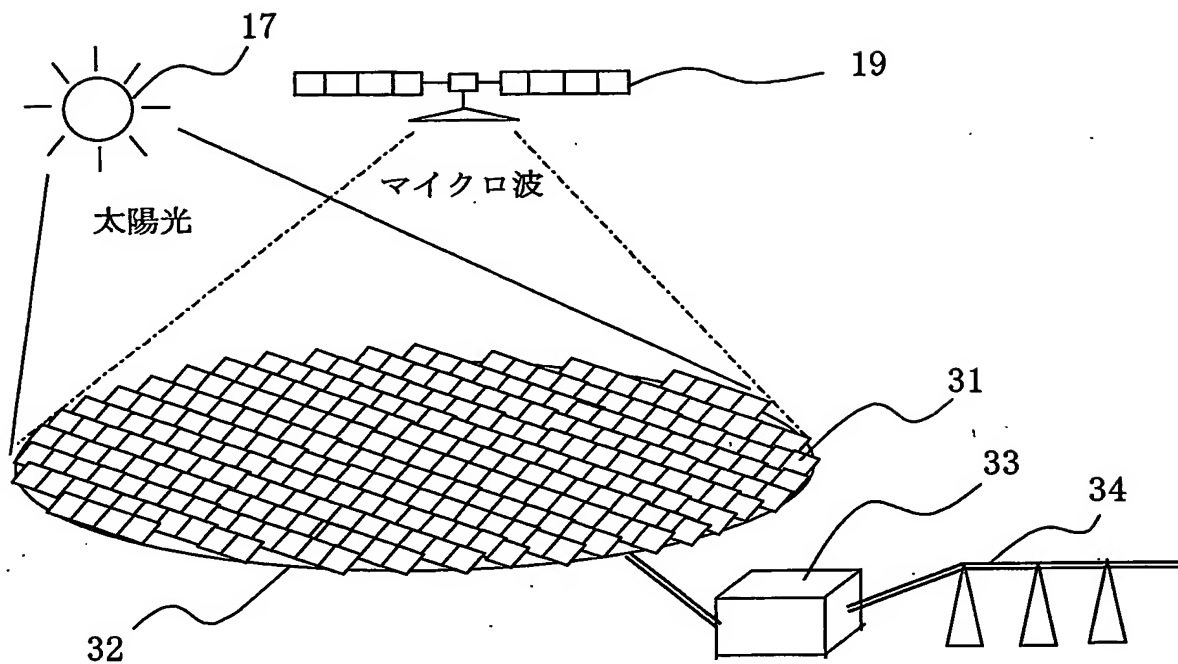


第 8 図

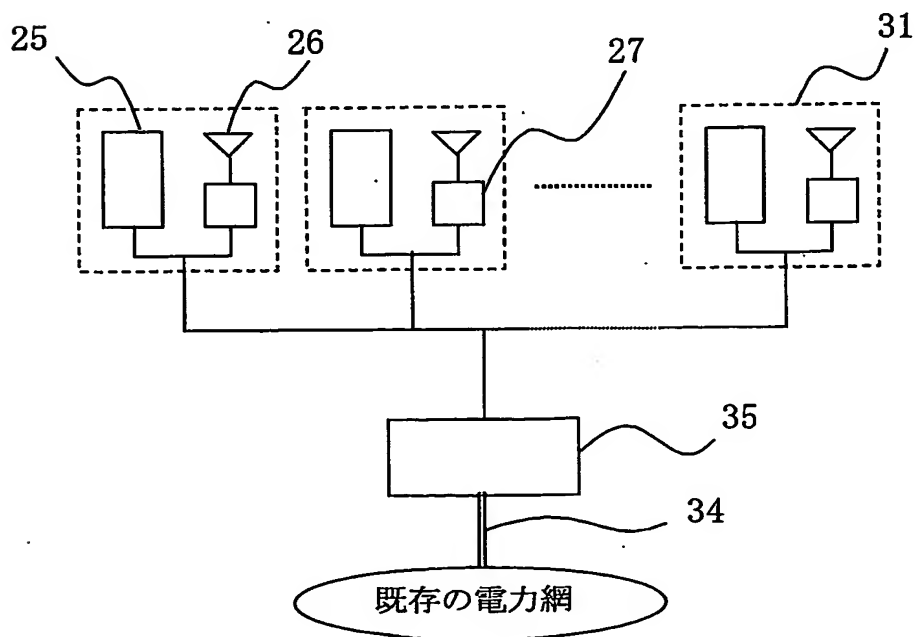


6 / 7

第 9 図



第 10 図



7 / 7

第 1 1 図

